Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 97-112

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۱۲-۹۷

اثر زمان محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نانو بر صفات کمی و کیفی در ۱۸ ژنوتیپ گندم دوروم دیم

یحیی فیروزی شاهعلی بگلو[۱]- حسن فیضی[۲*]- اصغر مهربان[۳]- مسعود علی پناه[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵

چکیده

با توجه به کمبود عناصر کم‌مصرف و نیاز مبرم به غنی‌سازی زیستی در گیاهان مهم و راهبردی در تغذیـه جامعـه انسـانی همچون گندم، ضـرورت ایجاب می‌کند تا هرگونـه راهکاری برای بهینه کردن تولید و کیفیت این محصول مورد ارزیابی قرار گیرد. از طرف دیگر یکی از راه‌هـای ساده برای نیل بـه خودکفایی و جامعه‌ای سالم و تندرست، اضافه کردن عناصر کم‌مصرف به خاک و یا مصرف آن به‌صورت محلول‌پاشی مـی‌باشـد. بـه‌منظـور بررسی اثرات زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نانو کلات سوپرپلاس برعملکرد و اجزای آن و درصد پروتئین دانه در ارقام و لاین‌های گندم دوروم دیم، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در منطقه مغان به‌صورت اسپیلت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شـامل زمان محلول‌پاشی کود نانو کلات سوپر پلاس (شرکت بیوزر) با غلظت دو در هزار در چهار زمان (زمان پنجه‌زنی، خوشه‌دهی، دانه‌بنـدی و شـاهد (عـدم محلول‌پاشی)) به‌عنوان عامل اصلی و رقم و لاین‌های گندم دوروم در ۱۸ سطح به‌عنوان عامل فرعی بودند. صفات موردبررسی شامل طول بوتـه، تعـداد پنجه و پنجه بارور، طول پدانکل، طول خوشه، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در خوشه، وزن کاه، وزن دانه در کل بوتـه، وزن کـل بوتـه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدن، وزن هزار دانه، درصد پروتئین و عملکرد دانه بودند. نتایج نشان داد که زمان محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی داشت. محلول‌پاشی در زمان پنجه‌زنی مناسب‌ترین اثر و عدم محلول‌پاشی (شاهد) کمترین تأثیر معنی‌دار بر صفات اندازه‌گیری شـده را داشت. ارقام نیز ازنظر صفات موردبررسی تفاوت معنی‌داری با هم نشان دادند. هم‌چنین اثر متقابل زمان محلول‌پاشی × ارقـام مختلـف نشـان داد کـه بیشترین درصد پروتئین و عملکرد دانه در محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله پنجه‌زنی به‌ترتیب در لاین‌هـای L5 (۱۲/۲۳ درصـد) و L16 (۲۹۴۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. هم‌چنین کمترین درصد پروتئین در مرحله پنجه‌زنی در رقم دهدشت (۹/۱۰ درصـد) و کمتـرین عملکـرد دانـه در عـدم محلول‌پاشی در رقم سیمره و مرحله دانه‌بندی در لاین L7 (۷۷۱/۷۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، پروتئین دانه، محلول‌پاشی، لاین، غلات

مقدمه

ریزمغذی‌ها عناصر معدنی ضروری موردنیاز بـرای گیـاه و توسـعه جوامع انسانی است. با این‌حال، عناصـر کـم‌مصـرف اغلـب در خـاک، محصول و مواد غذایی وجود ندارد. بنابراین ریزمغذی‌ها به‌عنوان کـود برای افزایش بهـره‌وری محصـول، بـه‌ویـژه هنگـامی‌کـه اسـتفاده از کودهای معمولی (NPK)، مؤثر نیست استفاده می‌شود (Dimkpa *et al.*, 2016). بـا توجه به اینکه بیش از ۳ میلیارد نفر در دنیا از کمبود عناصر کم‌مصرف رنج می‌برند، بنابراین نیاز به غنـی‌سـازی زیستی در گیاه مهمی همچون گندم ایجاب مـی‌کنـد تا هرگونـه راهکاری برای بهینه‌کردن تـــولید و کیفیت این محصول مورد ارزیابی قرار گیرد از طرف دیگر یکی از راه‌های ساده برای نیل بـه خودکفایی و جامعـه‌ای سالم و تندرست، اضافه‌کردن عناصر کم‌مصـرف به خاک و یـا مصرف آن به‌صورت محلول‌پاشی می‌باشد. مصرف بی‌رویـه کودهای شیمیایی مانند نیتروژن و فسفر، عدم کاربرد کودهای دارای عناصر کم‌مصـرف، وجود خـــاک‌هـــای آهکی با ماده آلی‌کم و کشت‌متناوب اراضی سبب تشدید کمبود عناصر کم‌مصرف در خاک‌های زیر کشـت غلات کشور گردیده است. کمبود عنصر روی هم به‌عنوان پنجمین عامل بیماری و مرگ در کشورهای درحـال‌توسـعه محسوب مـی‌شـود (Li *et al.*, 2015). بیشتر از ۲۰ درصد مرگ‌ومیر کودکان زیر ۵ سال در دنیـا بـه کمبود آهن و روی نسبت داده می‌شود (Velu *et al.*, 2014).

امروزه استفاده از کودهای نانو در کشاورزی نویـدبخش رهـایی از

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات، آمـوزش و تـرویج کشـاورزی اسـتان اردبیـل (مغان)
۴- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
(*- نویسنده مسئول: Email: h.feizi@torbath.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v16i1.59050

محدودیت‌های فنی استفاده از کودها شده است. نانو کودها به دلیل آزادسازی آهسته و کنترل‌شده عناصر در ناحیه مناسبی از ریشه، راندمان مصرف بالایی دارند. بهبود کارایی جذب، افزایش راندمان به دلیل سرعت جذب بیشتر، عدم اتلاف کودها به‌وسیله آبشویی و جذب کامل کود توسط گیاه به دلیل رهاسازی عناصر غذایی با سرعت مطلوب در تمام فصل رشد، از ویژگی‌های مطلوب این کودها محسوب می‌شود (Alavi Matin *et al.*, 2015). سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ هزار تن گندم دوروم در ایران تولید می‌شود که ۶۰ درصد آن برای تولید ماکارونی قابل استحصال است و بقیه نیاز داخلی از خارج وارد می‌شود. سرانه مصرف ماکارونی در کشور پنج کیلوگرم در سال است (حدود یک چهارم یک فرد اروپایی) و با توجه به وجود مواد مغذی چون گلوتن و بتاکاروتن در ماکارونی و ضایعات بسیار پایین آن، لازم است که میزان مصرف آن افزایش یابد. بدین منظور دولت با اعمال سیاست‌های تشویقی چون نرخ بالاتر خرید گندم دوروم (حدود ۶٪) نسبت به گندم نان و ارائه جوایز صادراتی به صادرکنندگان این محصول، سعی در افزایش تولید و صادرات آن دارد (Emam, 2011). فیضی اصل و ولیزاده (Feizi Asl and Valizadeh, 2004) حد بحرانی آهن، منگنز و روی را در خاک‌های گندم دیم شمال غرب را به‌ترتیب ۸/۸، ۱۱/۳ و ۰/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم، گزارش نمودند. همچنین حمیدی اصیل و همکاران (Hamidi Asil *et al.*, 2014) حد بحرانی آهن، روی، مس، منگنز و بر را در منطقه قزوین به‌ترتیب ۹، ۱/۶۵، ۰/۹، ۳/۷۵ و ۱/۰۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک تعیین کردند. در دیگر مطالعه سیلسپور (Seilsepour, 2007) با مصرف توأم کودهای آهن و روی میزان عملکرد گندم به‌طور متوسط ۸۶۷ کیلوگرم افزایش یافت. با توجه به اهمیت گندم دوروم دیم و نیاز کارخانه‌های ماکارونی و حتی مصرف مستقیم به‌صورت بلغور و فریکه و جایگزین‌کردن مقداری از برنج وارداتی مصرفی با آن و به با توجه به اینکه تنها یک ریزمغذی در فرهنگ گندم استفاده می‌شود، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانو کلات سوپرپلاس بر عملکرد و اجزای آن و درصد پروتئین دانه در ارقام گندم دوروم دیم منطقه پارس‌آباد مغان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی مغان واقع در ۵۹ کیلومتری جنوب غرب شهرستان پارس‌آباد مغان اجرا گردید. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های کمی سرد می‌باشد که در عرض جغرافیایی ۳۹ درجه و ۳۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۸۸ دقیقه و در ارتفاع ۷۸ متری سطح دریا قرار دارد. برای اجرای طرح زمینی به وسعت ۲۵۰۰ متر مربع در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی مغان که سال قبل آیش بود، در نظر گرفته شد و کشت بعد از انجام عملیات متداول تهیه زمین، پخش کود، دیسک، لولرکشی و فاروکشی با بذرکار مخصوص کشت آزمایشات وینتراشتایگر (مدل کوچک و آزمایشگاهی دستگاه‌های بذرکار دقیق است که به‌منظور کاشت بذر غلات در کرت‌های کوچک و آزمایشی جهت مراکز تحقیقاتی ساخته شده است و در اغلب مراکز تحقیقاتی وجود داشته و از آن در پیاده‌سازی طرح‌ها استفاده می‌شود) انجام گرفت. میزان کود مصرفی تحت شرایط دیم بر اساس عرف مناطق دیم‌کاری منطقه و نیاز خاک به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به‌صورت پایه و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌صورت سرک مصرف شد. در این بررسی تیمارهای آزمایشی شامل زمان محلول‌پاشی کود نانو کلات سوپر پلاس (شرکت بیوزر) با غلظت دو در هزار در چهار زمان (زمان پنجه‌زنی، ظهور سنبله، دانه‌بندی و شاهد (عدم محلول‌پاشی)) به‌عنوان عامل اصلی و ۱۸ ژنوتیپ گندم دوروم (انتخابی از آزمایشات بین‌المللی مرکز تحقیقات) به‌عنوان عامل فرعی در قالب طرح اسپلیت‌پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. مساحت هر کرت ۷/۲ (۶ خط به طول شش متر و فواصل خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین بذرها حدود ۳ سانتی‌متر) مترمربع و مساحت کرت قابل برداشت ۶ مترمربع بود. محلول‌پاشی کود نانوکلات سوپر پلاس بنا بر میزان پیشنهادی شرکت سازنده به میزان دو در هزار و بر اساس سطح مورد نظر، محاسبه و تهیه گردید. این کود ترکیبی غنی از عناصر میکرو، به‌ویژه آهن ۸٪، روی ۶٪ و منگنز ۴٪ بود. علاوه بر آن حاوی عناصر دیگر نظیر منیزیم، بور، مس، مولیبدن، کلسیم ۲٪ و اسیدهای آمینه: هیدروکسی پرولین، اسید اسپارتیک، ترئونین، سرین، پرولین، گلوتامیک اسید، گلیسین، آلانین، آرژنین، متیونین، ایزولوسین، لوسین، تیروزین، فنیل آلانین، لیزین، هیستیدین، والین، سیستئین، آسپاراژین و تریپتوفان (۱٪)، اسید آسکوربیک (۰/۳٪) بود. نوع کلات و نانو ذرات استفاده شده در این کود به گونه‌ای بود که قابلیت استفاده در شرایط محلول‌پاشی و کودآبیاری را با اثربخشی بالا داشت و در هر مرحله از تیمارهای موردنظر محلول‌پاشی انجام شد.

همچنین در زمان برداشت از هر کرت تعداد ۱۰ بوته انتخاب شده و پس از انتقال به آزمایشگاه صفاتی همچون ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد پنجه‌ها و پنجه‌های بارور، طول سنبله، تعداد سنبلچه‌ها در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، عملکرد دانه در بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه ۰/۵ متر از انتهای خطوط کشت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف و برداشت از سطح شش مترمربع انجام و توزین گردید. همچنین از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱/۵ کیلوگرمی به آزمایشگاه شیمی و تکنولوژی غلات ارسال شد تا درصد پروتئین هر نمونه تعیین گردد. در نهایت داده‌های به‌دست آمده مرتب و پردازش شده و با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها با

استفاده از آزمون LSD پنج درصد و خوشه‌بندی ارقام انجام شد و نتایج نهایی ارائه گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و اجزای عملکرد

عملکرد گندم و افزایش آن با اثر ترکیبی عوامل مهم رشد مانند نور، حرارت، رطوبت و تغذیه تعیین می‌گردد. به‌طورکلی برای افزایش عملکرد در واحد سطح توجه به سه موضوع تعداد سنبله در هرمترمربع، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه ضرورت دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی و نیز ژنوتیپ‌های مختلف بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). در این مطالعه جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با مصرف سوپرپلاس در زمان ظهور سنبله (۲۰۶۵ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۹۳/۵۳ درصد افزایش داشت (جدول ۲). عملکرد دانه در غلات دانه‌ریز ناشی از اثرات اجزای عملکرد دخیل یعنی تعداد پنجه‌های بارور، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله می‌باشد. در گزارشی با کاربرد عناصر کم‌مصرف در ۱۰ استان کشور عملکرد گندم (آبی و دیم) افزایش یافت و دامنه افزایش عملکرد بین ۱۹۰۰- ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار بود (Malakooti *et al.*, 2009). همچنین در دیگر گزارش مشاهده شده که محلول‌پاشی روی و آهن در مقایسه با شاهد باعث افزایش عملکرد دانه و کیفیت آن می‌شود (Maralian, 2012). همچنین مقایسه اثر متقابل میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در لاین L_{16} و در محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی (۲۹۴۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که نسبت به شاهد (۷۷۱/۷۰ کیلوگرم در هکتار) ۲۸۲/۰۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). همچنین کمترین عملکرد دانه در رقم سیمره در شرایط عدم محلول‌پاشی و نیز لاین L_7 و در محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی (۷۷۱/۷۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که نسبت به شاهد (۱۰۲۳ کیلوگرم در هکتار) ۳۲/۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

تأمین عنصر روی همراه با سایر عناصر مورد نیاز گیاه، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و در نتیجه عملکرد دانه گندم را افزایش داده و کمبود روی به دلیل افزایش پنجه‌های نابارور باعث می‌شود که در طول دوره رشد رویشی و زایشی این پنجه‌ها از مواد فتوسنتزی ساقه اصلی استفاده نموده و طول دوره رشد رویشی بیشتر شده و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح کاهش می‌یابد (Rangel and Graham, 1995). وارگا و همکاران (Varga *et al.*, 2001) در آزمایشی نشان دادند که بین ارقام مختلف از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس (پنجه‌زنی، سنبله‌دهی، دانه‌بندی و شاهد) و نیز ارقام مختلف بر طول بوته در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). همچنین جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته با مصرف سوپر پلاس در زمان دانه‌بندی (۷۳/۴۴ سانتی‌متر) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۶/۵۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). سی و سه مرده و همکاران (Siosemardeh *et al.*, 2006) رابطه منفی بین ارتفاع گیاه و تعداد دانه در گندم را تحت شرایط دیم گزارش کردند. همچنین‌عدم معنی‌دار بودن اثر مصرف عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته نیز گزارش شده است (Ziaeyian, 2006). در مطالعه دیگر المجید و همکاران (El-Magid *et al.*, 2000) مشاهده کردند که محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها (آهن، روی و منگنز) در گندم در خاک رسی ارتفاع بوته را افزایش داد. جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در زمان خوشه‌دهی (۲/۵۲ مترمربع) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۱۱۰ درصد افزایش نشان داد که با نتایج (Torun *et al.*, 2001) مطابقت دارد (جدول ۲). حسین و همکاران (Hussain *et al.*, 2005) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مرحله پنجه‌زنی و یا مرحله آبستنی و شیری، عملکرد دانه گندم را از طریق افزایش ارتفاع بوته، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه افزایش می‌دهد. بیشترین تعداد پنجه بارور با مصرف سوپر پلاس در زمان خوشه‌دهی (۱/۸۹ عدد) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۸/۵۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). گزارش شده است که مصرف ۴۰ کیلوگرم در هکتار روی (عنصر کم‌مصرف) به‌علاوه محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۳ در هزار سبب افزایش تعداد پنجه‌های بارور درنتیجه افزایش تعداد سنبله در بوته شد (Ziaeian and Malakouti, 2001). جدول نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس و نیز ارقام مختلف بر طول پدانکل در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین طول پدانکل با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۱۲/۶۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۹/۷۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). بیشترین طول سنبله با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۷/۳۱ سانتی‌متر) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۴/۴۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس و نیز ارقام مختلف بر تعداد سنبلچه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین تعداد سنبلچه با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۱۴/۵۸ واحد سطح) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۷/۳۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). سیده و همکاران (Seadh *et al.*, 2009) افزایش تعداد سنبلچه در هر سنبله را با محلول‌پاشی روی گزارش کرده‌اند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس و نیز ارقام

مختلف بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای مهم عملکرد در گندم بوده و تحت شرایط مختلف محیطی می‌تواند بر عملکرد دانه تأثیر متفاوتی داشته باشد. بیشترین تعداد دانه در سنبله با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۳۳/۸۸ دانه) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۳/۹۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). پهلوان راد و پسرک لی (Pahlavan-Rad and Pessarakli., 2009) در آزمایشی با کاربرد روی، آهن و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نشان دادند که اثر این عناصر بر صفت تعداد دانه در سنبله اثر معنی‌داری داشت. همچنین در گزارش‌های متعدد ارائه‌شده این مؤلفه را تاحدودی جزء ثابت عملکرد دانه دانسته‌اند، با این‌حال شرایط محیطی و زراعی بر پتانسیل آن تأثیر دارد (Fathi *et al.*, 2002). بیشترین وزن دانه در خوشه با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۱/۲۷ گرم) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج تحقیقات همانترانجان و گریج (Hemantaranjan and Grag, 1988) نشان داد که مصرف آهن و روی موجب افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع، طول خوشه و وزن هزار دانه گندم شد. این محققان اعلام نمودند که در اثر مصرف این عناصر مقدار کل کربوهیدرات‌ها، نشاسته و پروتئین دانه افزایش می‌یابد و با افزایش کربوهیدرات‌ها وزن هزار دانه و تعداد دانه در خوشه نیز افزایش یافته و موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود.

در مطالعه‌ای وزن دانه در سنبله دارای بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه گندم در طی چهار سال زراعی داشت (Yagdi, 2009). این صفت اثرهای غیر مستقیم مثبتی را نیز بر عملکرد دانه از طریق سایر صفات وارد نمود. بیشترین وزن کاه با مصرف سوپر پلاس در زمان دانه‌بندی (۳/۱۳ کیلوگرم در مترمربع) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۳/۲۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). بیشترین وزن دانه در کل بوته با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی و خوشه‌دهی (۱/۸۱ گرم در متر مربع) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۳۹/۲۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس و نیز ارقام مختلف بر وزن کل بوته در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین وزن کل بوته با مصرف سوپر پلاس در زمان دانه‌بندی (۴/۹۲ کیلوگرم در مترمربع) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۸/۴۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). عناصر ریزمغذی احتمالاً با افزایش دوام سطح سبز گیاه باعث افزایش تولید ماده خشک می‌شوند (Leilah *et al.*, 1988). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپرپلاس و نیز ارقام مختلف بر تعداد روز تا ظهور سنبله[1] (DHE) در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله با مصرف سوپر پلاس در زمان پنجه‌زنی (۱۲۷/۸ روز) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۰/۶۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). در این بررسی جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان می‌دهد که بیشترین تعداد روز تا رسیدن[2] (DMA) با مصرف سوپرپلاس در زمان پنجه‌زنی (۱۵۳/۷ روز) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۱/۱۸ درصد افزایش معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپر پلاس و نیز ارقام مختلف بر DMA در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱). در این پژوهش جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه[3] (TKW) با مصرف سوپر پلاس در زمان دانه‌بندی (۳۳/۵ گرم) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۵/۶۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل، زمان محلول‌پاشی سوپر پلاس و نیز ارقام مختلف بر TKW در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱).

همچنین محلول‌پاشی عنصر بر، به دلیل نقشی که در ساختن اسید مالیک و انتقال هیدرات‌های کربن و آنزیم‌ها دارد و عنصر روی، که سبب افزایش عملکرد و اجزای آن می‌شود، به همراه آهن می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه شود. وجود آهن در گیاه به دلیل افزایش فتوسنتز باعث افزایش هیدرات‌های کربن و مواد پروتئینی می‌شود و از آن‌جایی‌که در نهایت ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Tattari, 2004). کاربرد محلول‌پاشی عناصر آهن، منگنز، روی و منیزیم سبب افزایش عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کلش و کربوهیدرات‌های دانه در گندم می‌شود (Kassab *et al.*, 2004).

درصد پروتئین

در این تحقیق بین زمان محلول‌پاشی نانو کلات سوپرپلاس (پنجه‌زنی، خوشه‌دهی، دانه‌بندی و شاهد) و نیز ارقام مختلف بر درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۱) و جدول مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نشان می‌دهد که بیشترین درصد پروتئین با مصرف سوپرپلاس در زمان پنجه‌زنی (۱۰/۸۵ درصد) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۳/۳۳ درصد

1- Days to heading
2- Days to maturity
3-1000 kernel weight

افزایش نشان داد (جدول ۲). طبق مطالعه‌ای استفاده مطلـوب آهـن و روی در گنــدم باعــث افــزایش میــزان پــروتئین دانــه مــی‌گــردد (Farajzadeh *et al.*, 2009).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

Table 1 –Analysis of variance results on studied traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	Mean squares: وزن کاه Straw weight	وزن دانه در خوشه Seed / panicle	تعداد دانه در سنبله Grain /spike	تعداد سنبلچه Spikeletes number	طول خوشه Panicle length	طول پدانکل Peduncle length	تعداد پنجه بارور Fertile tiller	تعداد پنجه Tiller number	طول بوته Plant height
Replication تکرار	2	1.09	0.01	3.34	1.22	0.26	1.12	0.88	0.18	4.39
محلول‌پاشی Foliar application	3	3.58**	0.70 n.s	422.36**	10.33**	0.92 n.s	13.98**	2.51**	3.93**	245.01**
خطای اصلی Mean error	6	0.35	0.01	6.52	0.39	0.20	0.72	0.10	0.29	4.91
Cultivar رقم	17	0.58 n.s	0.06 n.s	62.65**	3.18**	0.80 n.s	13.27**	0.39 n.s	0.65 n.s	96.59**
محلول‌پاشی × رقم Foliar application × Cultivar	51	1.29**	0.12 n.s	50.40**	6.08**	1.24**	11.06**	0.46 n.s	0.44 n.s	65.12**
E خطای فرعی	136	0.40	0.02	7.24	0.66	0.20	1.68	0.15	0.22	4.14
ضریب CV (%) تغییرات			12.1	8.6	5.7	6.3	10.86	23.2	20.4	2.8

* و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

ns, * and **: non-significant and significant at 5 % and 1 % probability levels, respectively.

ادامه جدول ۱ – نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

Continued Table 1 – Analysis of variance results on studied traits

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	Mean squares عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	درصد پروتئین Pro	وزن هزار دانه (گرم) TKW	تعداد روز تا رسیدن DMA	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE	وزن کل بوته Total plant weight (kg ha^{-1})	وزن دانه در کل بوته Seed / plant
تکرار Replication	2	307421.14	9.02	0.39	3.35	5.63	3.19	0.55
محلول‌پاشی Foliarapplication	3	1311305.9**	1.3**	40.32**	24.04**	93.97**	13.45**	3.42**
خطای محلول‌پاشی Foliarapplication error	6	140568.46	0.55	1.26	3.01	7.14	0.73	0.15
رقم Cultivar	17	57137.18**	1.52**	3.54**	9.48**	13.39**	1.39**	0.26$^{n.s}$
محلول‌پاشی × رقم Foliar application × Cultivar	51	66539.88**	0.88$^{n.s}$	3.55**	6.85**	14.49**	2.94**	0.47$^{n.s}$
خطای اصلی E	136	18103.81	0.77	3.62	4.98	14.26	0.73	0.13
ضریب تغییرات CV(%)	-	24.1	8.2	5.8	1.4	٪2.9	18.7	21.4

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, * and **: non-significant and significant at 5 % and 1 % probability levels, respectively.

همچنین در مطالعه بر روی تولید گندم نتایج نشان داد که میزان پروتئین دانه در عملکردهای بالا کاهش می‌یابد (Bauder, 2003). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان‌محلول‌پاشی × ارقام مختلف نشان داد که بیشترین درصد پروتئین در لاین L5 و در محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی (۱۲/۲۳ درصد) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۳/۵۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). همچنین کمترین درصد پروتئین در رقم دهدشت و در محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی (۹/۱۰٪) به‌دست آمد که نسبت به شاهد (۹/۵۳ ٪) ۴/۷۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نانو کلات سوپر پلاس بر صفات مورد مطالعه

Table 2- Means comparison of nano Super Plus application times effects on studied traits

تیمار **Treatment**	طول خوشه **Panicle length (cm)**	طول پدانکل **Peduncle length (cm)**	تعداد پنجه بارور **Fertile tiller (No m^{-2})**	تعداد پنجه **Tiller number (No m^{-2})**	طول بوته **Plant height (cm)**
محلول‌پاشی در پنجه‌زنی Tillering	7.31 A	12.67 A	1.472 B	2.278 A	72.51 A
محلول‌پاشی در خوشه‌دهی Booting	7.08 B	11.65 B	1.88 A	2.519 A	72.64 A
محلول‌پاشی در دانه‌بندی Seed filling	7.17 AB	11.91 B	1.86 A	2.545A	73.44 A
عدم محلول‌پاشی No-Spraying	7.00 B	11.54 B	1.537 b	1.918 B	68.69 B
LSD 5%	0.2106	0.3985	0.1497	0.2532	1.043

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نانو کلات سوپر پلاس بر صفات مورد مطالعه

Continued Table 2- Means comparison of nano Super Plus application times effects on studied traits

تیمار **Treatment**	وزن کاه **Straw weight (kg m^{-2})**	وزن دانه در خوشه **Seed / panicle (g)**	تعداد دانه در سنبله **Grain /spike**	تعداد سنبلچه **Spikeletes number (m^2)**
محلول‌پاشی در پنجه‌زنی Tillering	2.85 A	1.27 A	33.88 A	14.58 A
محلول‌پاشی در خوشه‌دهی Booting	3.03 A	1.19 B	31.94 B	14.32 A
محلول‌پاشی در دانه‌بندی Seed filling	3.13 A	1.18 B	32.12 B	14.38 A
عدم محلول‌پاشی No-Spraying	2.54 B	1.00 C	27.33 C	13.58 B
LSD 5%	0.2798	0.0557	1.202	0.2948

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نانو کلات سوپر پلاس بر صفات موردمطالعه

Continued Table 2- Means comparison of nano Super Plus application times effects on studied traits

تیمار **Treatment**	تعداد روز تا ظهور سنبله **DHE (Day)**	وزن کل بوته **Total plant weight (kg m^{-2})**	وزن دانه در کل بوته **Seed weight / plant (g m^{-2})**
محلول‌پاشی در پنجه‌زنی Tillering	127.80 A	4.66 A	1.81 A
محلول‌پاشی در خوشه‌دهی Booting	126.70 A	4.83 A	1.81 A
محلول‌پاشی در دانه‌بندی Seed filling	124.70 B	4.917 A	1.79 A
عدم محلول‌پاشی No-Spraying	127 A	3.828 B	1.30 B
LSD 5%	1.282	0.4026	0.1848

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات زمان‌های مختلف محلول‌پاشی نانو کلات سوپر پلاس بر صفات موردمطالعه

Continued Table 2- Means comparison of nano Super Plus application times effects on studied traits

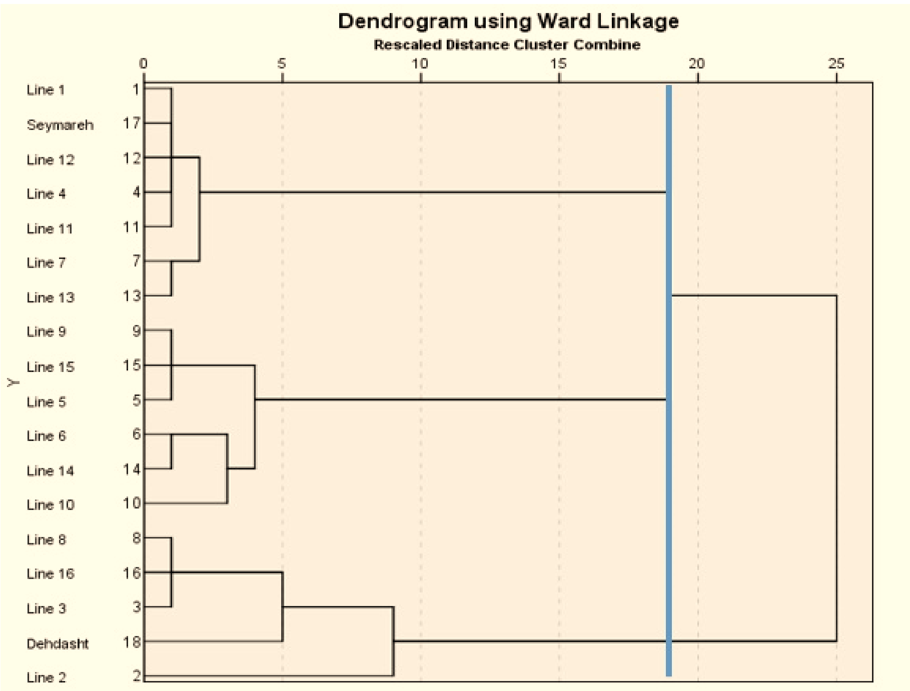
تیمار Treatment	Grain yield (kg ha^{-1}) عملکرد دانه	درصد پروتئین Pro (%)	وزن هزار دانه TKW (g)	تعداد روز تا رسیدن DMA (Day)
محلول‌پاشی در پنجه‌زنی Tillering	2014 A	10.85 A	32.06 B	153.70 A
محلول‌پاشی در خوشه‌دهی Booting	2065 A	10.58 AB	32.20 A	152.70 A
محلول‌پاشی در دانه‌بندی Seed filling	1547 AB	10.58 AB	33.50 A	152.90 A
عدم محلول‌پاشی No-Spraying	1067 B	10.50 B	31.72 B	151.90 B
LSD 5%	529.7	0.3486	0.5294	0.8175

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

گروه‌بندی لاین‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر (خوشه‌ای) ۱۸ ژنوتیپ و رقم گندم دوروم با برش دندروگرام حاصل در فاصله ۱۸ واحد نشان داد که ژنوتیپ‌ها در دو خوشه با خصوصیات درون گروهی مشابه و بین گروهی غیر مشابه گروه‌بندی شدند (شکل ۱). خوشه اول دارای پنج ژنوتیپ و رقم شامل ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۸، ۱۶ و رقم دهدشت که از نظر صفات عملکرد دانه مورد بررسی در سطح بالاتری نسبت به سایر خوشه‌ها قرار داشت. خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۴، ۱۵ و ژنوتیپ‌های ۱، ۴، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و رقم سیمره که جزء ژنوتیپ‌های ضعیف‌تر گروه‌بندی شده و معرفی می‌شوند. همچنین ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰، ۱۴ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از نظر درصد پروتئین برتری نسبی دارند.



شکل ۱- دندروگرام لاین‌های گندم دوروم بر مبنای صفات درصد پروتئین و عملکرد دانه

Figure 1- Dendrogram durum wheat lines based on traits, protein percentage and yield

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان محلول‌پاشی × ارقام مختلف بر صفات موردمطالعه

Table 3- Mean comparison of interaction effects of Time spraying × Cultivars on studied traits

تیمار ۱ Treatment 1		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه TKW (g)	تعداد روز تا رسیدن (روز) DMA (Day)	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE	وزن کل بوته Total plant weigh(kg m^{-2})	وزن کاه Straw Weight (kg m^{-2})	تعداد دانه در سنبله Grain /spike	تعداد سنبلچه Spikeletes number (No m-^{2})	طول خوشه Panicle length	طول پدانکل Peduncle length (cm)	طول بوته Plant height (cm)
زمان محلول‌پاشی Spraying time	رقم Cultivar											
پنجه‌زنی Tillering	L_1	1715.	31.00	153.3	129.7	7.087	4.180	44.67	15.50	8.500	12.33	78.50
پنجه‌زنی Tillering	L2	2751.	32.00	151.3	131.7	4.272	2.572	37.83	14.83	8.167	12.33	76.50
پنجه‌زنی Tillering	L_3	2282.	32.33	152.3	125.0	5.255	3.505	37.17	15.33	8.167	11.00	72.50
پنجه‌زنی Tillering	L_4	2174.	31.33	152.3	129.3	4.397	2.510	34.17	14.67	7.833	11.17	74.33
پنجه‌زنی Tillering	L_5	1844.	33.00	155.0	123.3	4.632	2.720	31.33	12.83	7.000	14.33	70.50
پنجه‌زنی Tillering	L_6	866.	31.67	151.0	130.7	5.275	3.965	26.33	13.17	6.333	3.00	69.83
پنجه‌زنی Tillering	L_7	1402.	31.33	152.7	125.0	2.795	1.772	28.50	12.67	5.833	11.00	71.50
پنجه‌زنی Tillering	L_8	2124.	34.00	151.0	126.0	4.442	2.713	36.17	16.17	8.000	13.50	80.50
پنجه‌زنی Tillering	L_9	1904.	32.67	156.0	126.0	4.778	3.228	34.83	17.33	7.500	16.17	72.67
پنجه‌زنی Tillering	L_{10}	2174.	30.67	154.3	128.3	4.918	2.755	38.00	15.17	8.000	13.17	68.00
پنجه‌زنی Tillering	L_{11}	850.7	31.33	153.0	128.7	5.240	3.025	34.17	14.00	6.500	12.50	78.17
پنجه‌زنی Tillering	L_{12}	1478.	30.67	155.0	127.3	5.843	3.517	32.17	15.00	7.167	13.67	75.00
پنجه‌زنی Tillering	L_{13}	2382.	32.33	156.3	126.7	4.215	2.032	29.83	15.33	7.667	13.17	66.50
پنجه‌زنی Tillering	L_{14}	1545.	34.00	155.3	125.0	4.388	2.748	36.83	14.50	7.000	12.33	66.83
پنجه‌زنی Tillering	L_{15}	2793.	34.00	152.0	128.0	4.082	2.598	31.17	14.33	6.667	10.17	65.33
پنجه‌زنی Tillering	L_{16}	2948.	30.67	155.0	130.3	3.793	2.367	31.50	14.50	7.167	12.67	67.33
پنجه‌زنی Tillering	Seymareh	2382.	31.67	154.0	130.0	4.160	2.248	32.00	13.50	6.667	13.00	75.50
پنجه‌زنی Tillering	Dehdasht	2641.	32.33	152.0	130.0	4.318	2.903	33.17	13.67	7.333	12.50	75.67
	LSD 5%	651.7	3.073	3.605	6.097	1.383	1.022	4.344	1.307	0.724	2.093	3.287

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان محلول‌پاشی × ارقام مختلف بر صفات موردمطالعه

Continued-Table 3 - Mean comparison of interaction effects of Time spraying × Cultivars on studied traits

تیمار۲ Treatment 2		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه) TKW (g)	تعـــداد روز تا رسیدن DMA (Day)	تعداد روز تـا ظهور سنبله DHE	وزن کل بوته Total plant weigh(kg m^{-2})	وزن کاه Straw Weight(kgm^{-2})	تعداد دانـه در سنبله Grain /spike	تعداد سنبلچه Spikeletes number (No m^{-2})	طول خوشه Panicle length	طول پدانکل Peduncle length (cm)	طول بوته Plant height (cm)
زمـــــان محلول‌پاشی Spraying time	رقـــــم Cultivar											
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_1	1738.	33.67	150.7	128.0	5.110	3.215	36.33	14.33	7.333	10.50	73.50
خوشـــه‌دهـــی Booting	L2	2498.	31.67	152.3	127.0	5.588	3.680	29.00	14.50	7.167	10.50	69.50
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_3	2373.	32.67	156.0	128.0	4.700	2.942	30.67	13.67	7.167	12.17	74.83
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_4	1753.	34.33	150.0	128.0	5.015	3.098	35.17	13.67	7.333	13.17	75.33
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_5	2523.	34.67	152.7	127.0	4.273	2.672	42.83	15.33	7.167	8.667	68.00
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_6	2209.	32.67	152.3	125.7	4.340	2.640	31.00	13.83	7.333	12.33	75.17
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_7	2563.	33.67	154.0	127.7	4.343	2.643	32.67	13.83	7.333	12.33	75.17
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_8	2043.	33.67	152.3	127.3	6.075	3.727	30.50	14.83	7.167	14.83	74.17
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_9	2380.	35.00	153.7	127.0	4.600	2.888	32.67	13.33	6.833	12.00	76.83
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{10}	2361.	35.33	151.0	124.0	5.130	3.117	33.83	15.67	7.333	10.33	73.67
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{11}	2203.	30.67	150.7	125.3	5.412	3.558	33.17	13.67	7.000	14.33	73.00
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{12}	2301.	33.00	151.7	124.7	2.438	1.718	21.17	11.83	6.167	8.00	60.83
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{13}	1093.	33.00	154.7	126.7	6.248	3.938	33.00	14.83	7.333	10.00	71.33
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{14}	1956.	33.00	153.7	127.0	6.242	3.893	33.00	14.83	7.167	14.83	81.17
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{15}	1507.	33.67	152.3	127.3	4.630	2.750	24.83	13.83	6.833	12.17	70.00
خوشـــه‌دهـــی Booting	L_{16}	1786.	31.67	154.0	126.3	3.173	2.003	32.00	16.00	6.667	11.17	66.83
خوشـــه‌دهـــی Booting	Seymareh	1916.	33.00	154.7	127.3	5.307	3.522	27.67	15.00	7.333	11.33	69.00
خوشـــه‌دهـــی Booting	Dehdasht	2031.	32.33	151.7	125.7	4.330	2.542	35.33	14.83	6.833	11.00	79.17
	LSD 5%	651.7	3.073	3.605	6.097	1.383	1.022	4.344	1.307	0.724	2.093	3.287

ادامه جدول ۳ – مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان محلول‌پاشی × ارقام مختلف بر صفات موردمطالعه

Continued Table 3 - Mean comparison of interaction effects of Time spraying × Cultivars on studied traits

تیمار۲ Treatment 2		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه TKW (g)	تعداد روز تا رسیدن DMA (Day)	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE	وزن کل بوته) Total plant weigh(kg m^{-2})	وزن کاه Straw Weight(kg m^{-2})	تعداد دانه در سنبله Grain /spike	تعداد سنبلچه Spikeletes number (No m^{-2})	طول خوشه Panicle length	طول پدانکل Peduncle length (cm)	طول بوته Plant height (cm)
زمان محلول‌پاشی Spraying time	رقم Cultivar											
دانه‌بندی Seed filling	L_1	1858.	34.33	152.0	126.0	2.395	1.689	20.50	11.67	6.167	8.000	61.00
دانه‌بندی Seed filling	L2	2480.	31.00	151.3	125.3	4.550	2.680	35.00	14.67	6.833	10.83	80.00
دانه‌بندی Seed filling	L_3	1647.	33.00	154.0	125.3	3.417	2.170	35.50	16.33	7.000	11.17	67.00
دانه‌بندی Seed filling	L_4	1146.	31.33	152.0	126.3	4.373	2.725	41.67	15.33	7.167	9.333	68.00
دانه‌بندی Seed filling	L_5	1339.	34.00	155.7	123.3	5.458	3.607	29.67	14.83	7.167	10.50	69.33
دانه‌بندی Seed filling	L_6	1915.	31.67	152.7	126.3	4.725	2.977	29.33	13.33	6.833	11.83	74.33
دانه‌بندی Seed filling	L_7	771.7	35.00	155.3	126.0	4.715	2.963	35.67	14.33	7.167	11.00	73.67
دانه‌بندی Seed filling	L_8	1468.	34.33	152.3	127.3	4.727	2.983	32.17	13.00	6.667	13.17	77.33
دانه‌بندی Seed filling	L_9	1111.	33.00	153.7	127.3	5.190	3.165	35.33	14.00	7.500	13.83	76.67
دانه‌بندی Seed filling	L_{10}	1505.	34.33	150.7	125.3	6.082	3.867	32.67	15.00	7.500	10.00	70.83
دانه‌بندی Seed filling	L_{11}	2128.	34.33	151.7	127.7	5.680	3.628	34.00	16.00	7.500	10.67	80.00
دانه‌بندی Seed filling	L_{12}	1493.	33.67	156.0	127.3	4.400	2.665	34.00	14.33	7.500	12.17	74.17
دانه‌بندی Seed filling	L_{13}	1429.	35.33	151.3	122.3	5.470	3.458	25.83	13.83	6.833	12.00	70.50
دانه‌بندی Seed filling	L_{14}	1669.	32.00	151.7	122.3	4.920	3.187	33.17	13.67	7.000	14.33	72.33
دانه‌بندی Seed filling	L_{15}	1109.	34.67	152.0	119.7	5.233	3.445	26.83	14.83	7.167	11.17	69.50
دانه‌بندی Seed filling	L_{16}	1838.	33.67	153.3	121.3	6.073	3.993	33.50	15.33	8.667	14.83	79.67
دانه‌بندی Seed filling	Seymareh	1298.	33.33	151.7	123.3	4.857	3.260	29.67	13.50	7.167	14.67	75.67
دانه‌بندی Seed filling	Dehdasht	1641.	34.00	154.7	122.3	6.235	3.893	33.67	14.83	7.167	14.83	82.00
	LSD 5%	651.7	3.073	3.605	6.097	1.383	1.022	4.344	1.307	0.724	2.093	3.287

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان محلول‌پاشی × ارقام مختلف بر صفات موردمطالعه

Continued Table 3 - Mean comparison of interaction effects of Time spraying × Cultivars on studied traits

تیمار٤ Treatment 4		عملکرد دانه Grain yield (kg ha^{-1})	وزن هزار دانه) TKW (g)	تعداد روز تا رسیدن DMA (Day)	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE	وزن کل بوته Total plant weigh(kg/m^2)	وزن کاه Straw Weight(kg m^{-2})	تعداد دانه در سنبله Grain /spike	تعداد سنبلچه Spikeletes number (No m^{-2})	طول خوشه Panicle length	طول پدانکل Peduncle length (cm)	طول بوته Plant height (cm)
زمان محلول پاشی Spraying time	رقم Cultivar											
Control شاهد	L_1	1111.	31.67	150.0	125.7	4.280	2.767	30.33	14.83	7.833	9.833	70.67
Control شاهد	L2	1196.	31.00	152.3	126.3	3.727	2.432	30.50	13.00	6.833	10.00	66.00
Control شاهد	L_3	1584.	32.00	150.7	129.3	4.417	2.985	25.67	13.17	7.333	7.333	65.33
Control شاهد	L_4	1030.	32.00	152.3	125.7	4.968	3.218	32.50	14.50	6.500	12.50	65.17
Control شاهد	L_5	1065.	30.67	150.7	128.0	3.107	2.200	24.33	12.83	6.500	13.67	66.83
Control شاهد	L_6	858.0	32.33	152.7	126.3	3.318	2.258	26.00	18.17	8.333	8.667	71.00
Control شاهد	L_7	1023.	31.67	152.0	131.3	2.532	1.613	26.33	12.33	6.333	11.83	70.33
Control شاهد	L_8	1734.	31.33	151.0	130.3	2.862	1.838	23.00	9.833	5.167	11.50	68.67
Control شاهد	L_9	1341.	32.00	153.0	129.7	4.518	3.015	27.50	14.50	7.167	10.33	73.33
Control شاهد	L_{10}	1096.	31.67	151.0	124.3	3.355	2.240	26.17	13.33	7.167	15.17	71.67
Control شاهد	L_{11}	827.7	31.67	153.3	127.0	3.128	2.122	28.67	14.17	6.500	7.333	61.17
Control شاهد	L_{12}	1032.	31.67	151.7	131.0	5.192	3.358	29.33	14.67	7.833	14.33	75.67
Control شاهد	L_{13}	949.3	32.67	151.0	127.3	3.577	2.687	21.83	14.00	7.333	13.17	68.67
Control شاهد	L_{14}	1013.	31.67	151.3	123.3	3.743	2.472	25.83	13.83	7.000	12.50	66.67
Control شاهد	L_{15}	880.3	31.33	151.0	124.3	3.362	2.093	29.33	12.17	6.667	8.833	61.17
Control شاهد	L_{16}	771.7	33.33	153.3	125.0	3.903	2.485	26.00	12.33	6.833	13.00	67.50
Control شاهد	Seymareh	775.7	31.33	150.7	124.0	3.262	2.138	24.83	10.83	6.333	13.00	65.50
Control شاهد	Dehdasht	926.0	31.00	155.3	127.3	5.648	3.872	33.83	16.00	8.333	14.67	81.00
	LSD 5%	651.7	3.073	3.605	6.097	1.383	1.022	4.344	1.307	0.724	2.093	3.287

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, followed by similar letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (سوپر پلاس) سبب افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم دوروم گردید و با توجه به نتایج آزمایش بهترین و مناسب‌ترین زمان محلول‌پاشی سوپر پلاس برای ارقام گندم دوروم دیم در زمان پنجه‌زنی بود و در بین ارقام بیشترین درصد پروتئین و عملکرد دانه در مرحله پنجه‌زنی به‌ترتیب در لاین‌های L_5 (۱۲/۲۳ درصد) و L_{16} (۲۹۴۸ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد، بنابراین این لاین‌ها پتانسیل جایگزینی با ارقام موجود را دارند. تکرار این پژوهش طی چند سال و همچنین در مناطق دیگر نیز می‌تواند در تأیید نتایج حاصل مؤثر باشد. با توجه به کمبود روی و آهن در سطح وسیعی از افراد جامعه پیشنهاد می‌شود محلول‌پاشی مزارع گندم دوروم با نانو کلات سوپر پلاس حداقل در مراحل پنجه‌دهی و رسیدگی دانه صورت گیرد. بنابراین، به نظر می‌رسد که استفاده از نانو کلات سوپرپلاس ZFM (روی، آهن، منگنز) که شامل عناصر میکرو با اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع ازت و با اسید آسکوربیک به‌عنوان یک آنتی اکسیدان قوی می‌تواند بسیار مؤثر باشد و می‌تواند به‌طور قابل توجهی عملکرد و اجزای عملکرد و درصد پروتئین را در گندم دوروم دیم افزایش دهد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه تربت حیدریه انجام شده است که بدین وسیله قدردانی و تشکر می‌شود.

References

1. Alavi Matin, S. M., Rahnama, A., and Meskarbashi, M. 2015. Effect of Type and rate of potassium fertilizer on agronomic characteristics of two cultivars durum wheat under saline stress. Research in Agricultural Science 2 (1): 177-188. (in Persian with English abstract).
2. Bauder, J., 2003. Wheat production. Montana State University. Water Quality and Irrigation Management web site.
3. Dimkpa, C. O., and Bindraban, P. S. 2016. Fortification of micronutrients for efficient agronomic production: a review. Agronomy for Sustainable Development 36 (1): 1-26.
4. El-Magid, A. A. A., Knany, R. E., and El-Fotoh, H. G. A. 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. Annals of Agricultural Science Cairo 1: 301-313.
5. Emam, Y. 2011. Cereal Production, Shiraz University Press. Fourth edition. 190 pp.
6. Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Yarnia, M., Khorshidi, M. B., and Ahmadzadeh, V. 2009. Effect of micronutrients and their application method on yield, crop growth rate and net assimilation rate of corn cv. Jeta. Journal of Food, Agriculture and Environment 7 (2): 611-615.
7. Fathi, G., Mojedam, M., Siadat, S. A., and Mohammadi, G. N. 2002. Effect of Different Levels of Nitrogen and Cutting Time on Grain and Forage Yield of Karoon Cultiver of Barley. JWSS-Isfahan University of Technology, 5 (4): 97-106.
8. Feizi Asl, V., and Valizadeh, Gh. R. 2004. Effects of phosphorus and zinc fertilizer applications on nutrient concentrations in plant and grain yield in cv. Sardari (*Triticum aestivum* L.) under dryland conditions. Iranian Journal of Crop Sciences 6 (3): 223-238.
9. Gharachorloo, M. 2011. Management system designed to monitor the quality of wheat. Grain Research Center, (in Persian).
10. Hemantaranjan, A., and O. K. Garg. 1988. Iron and zinc fertilization with reference to the grain quality of *Triticum aestivum* L. J. Plant Nutr. 11: 1439-1450.
11. Hamidi Asil, S., Mostashari, M., and Moez Ardalan, M. 2014. A review of the effects of the sition of some of the micro elements and the determination of the critical level on wheat in the city of Qazvin. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 9 (4): 39-46.
12. Hussain, N., Khan, M. A., and Javad, M. A., 2005. Effect of foliar application of plant micronutrient mixture on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 8 (8): 1096- 1099.
13. Kassab, O. M., Zeing, H. A. E., and Ibrahim, M. M. 2004. Effect of water deficit and micronutrients foliar application on the productivity of wheat plants. Minufiya J. Agric. Res., 29:925-932.
14. Leilah, A. A., Badawi, M. A., EL-Moursy, S. A., and Attia, A. N. 1988. Response of soybean plants to foliar application of zinc and different levels of nitrogen. J. Agric. Sci. (Mansoura Univ., Egypt). 13: 556-563.
15. Li, M., Wang, S., Tian, X., Zhao, J., Li, H., Guo, C., Chen, Y., and Zhao, A. 2015. Zn distribution and bioavailability in whole grain and grain fractions of winter wheat as affected by applications of soil N and foliar Zn combined with N or P. Journal of Cereal Science 61: 26-32.
16. Malakooti, M. J., Malakooti, A., Majidi, A., Baybourdi, A., Salari, A., and Falahi, A. 2009. Comparative efficiency of enriched wheat flouring richens plant in the field of health promotion. J. of Food Sci. 6 (3): 118 Pp. (in Persian).
17. Maralian, H. 2012. Effect of supplementary nutrition with Fe, Zn chelates and urea on wheat quality and quantity. African Journal of Biotechnology 11 (11): 2661-2665.

18. Mozaffari, A., Saydat, S. A., Hashemi Dezfooli, S. A. 2006. Effect of Plant Density on Morphological and Physiological Characteristics of Four Cultivars of Durum Wheat (*Triticum turgidum var.durum*) under Dryland of Sarableh Region, Ilam. Research in Agricultural Science 2 (1): 47-56. (in Persian).
19. Pahlavan-Rad, M. R., and Pessarakli, M. 2009. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. Communications in soil science and plant analysis 40 (7-8): 1322-1332.
20. Rangel, Z., and Graham, R. D. 1995. II. Importance of seed Zn content for growth on zinc-deficient soil. Plant Soil, 173: 267-274.
21. Seadh, S. E., El-Abady, M. I., El-Ghamry, A. M., and Farouk, S. 2009. Influence of micronutrients foliar application and nitrogen fertilization on wheat yield and quality of grain and seed. Journal of Biological Sciences 9 (8): 851-858.
22. Seilsepour, M. 2007. The study of Fe and Zn effects on quantitative and qualitative parameters of winter wheat and determination of critical levels of these elements in Varamin plain soils. Pajouhesh and Sazandegi In: Agronomy and Horticulture 20 (3): 123-133.
23. Siosemardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research 98: 222-229.
24. Tatari, M., 2004. The effects of various levels of salinity and irrigation times on growth and yield of cumin in Mashhad conditions. MSc thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 87p. (in Persian with English abstract).
25. Torun, A., Gültekin, I., Kalayci, M., Yilmaz, A., Eker, S., and Cakmak, I. 2001. Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentrations of zinc, boron, and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc-deficient and boron-toxic soil. Journal of Plant Nutrition 24: 1817-1829.
26. Varga, B., Svecnjak, I., and Pospisil, A. 2001. Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Croatia. Agronomy Journal 93: 961- 966.
27. Velu, G., Ortiz-Monasterio, I., Cakmak, I., Hao, Y., and Singh, R. P. 2014. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. Journal of Cereal Science 59: 365-372.
28. Yagdi, K. 2009. Path coefficient analysis of some yield components in durum wheat (*Triticum durum Desf.*). Pakistan Journal of Botany 41: 745-751.
29. Ziaeian, A. H., Malakouti, M. J. 2001. Effects of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization on the yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran. In: Plant Nutrition: Springer, pp. 840-841.
30. Ziaeyian, A. 2006. Effects of potassium and zinc application on silage corn cultivation. Journal of Soil and Water Sciences 20 (1): 36-37.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 16, No. 1, Spring. 2018, p. 97-112

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۱۲-۹۷

Effects of Foliar Application Time of Nano-micronutrients on Quantity and Qualitative Traits in Rainfed durum Wheat Genotypes in Moghan

Y. Firoozi[1]- H. Feizi[2*]- A. Mehraban[3]- M. Alipanah[4]
Received: 23-09-2016
Accepted: 17-10-2017

Introduction

Durum wheat (*Triticum turgidum* var.durum) because of the high protein content compared to other grain products plays a major role in providing the protein needed by humans. Different crop varieties have different performance potential even a figure from region to region does not have the same performance. Nano slow and controlled release fertilizers because of root elements in a good area, have high efficiency. In Iran, 300 to 400 tons of durum wheat annually produced which 60% is recoverable for production of pasta and other domestic needs is imported. Per capita consumption of pasta in the country is 5 kg per year (about one quarter of Europe) and with regard to nutrients such as gluten and beta-carotene in pasta and very low losses, it is necessary to increase the amount of its consumption. For this purpose, the government has taken incentive policies such as higher rates order of durum wheat (about 6%) compared to bread wheat and prizes export to exporters of this product, to increase its production and exports. This study aimed to evaluate the effect of foliar application time of Nano-chelate Super Plus on yield and its components and protein content in durum wheat varieties in Parsabad Moghan area was conducted.

Materials and Methods

The study was conducted as the form of randomly split-plot based on randomized complete block design with three replications. Treatments include the application of Nano-chelate fertilizer Super Plus (Biozar) with a concentration of two per thousand in four levels, (tilling, flowering, seed and control (no application)) as the main factor and cultivars of durum wheat lines operating in 18 level as were minor. Studied traits including plant height, number of tillers and fertile tillers, peduncle length, ear length, number of spikelets, number of seeds per plant, grain weight, straw weight, total seed weight per plant, total plant weight, number of days to heading, days to maturity, grain weight, protein content and seed yield. Each plot area of 2.7 square meters (6 lines with a length of 6 m and 20 cm spacing) and a total area of 6 square meters plot was harvested. The company proposed application of Biozar at the dose of 2 per thousand, according to the desired level, calculated and prepared and was sprayed every step of the treatments in question. At each plot also a sample of 1.5 kg of grain was sent to the laboratory to determine protein content of each sample. Finally, the obtained data collected using the SPSS and MSTAT-C statistical analysis soft wares for analysis of variance, and Interaction between treatments and figures and data clustering was performed and the results were presented.

Results and Discussion

Results showed that the highest grain yield obtained from spray at tilling stage in L16 (2948 kg ha^{-1}) compared to the control group (771.70 kg ha^{-1}) by 228.01%.Comparition of the interaction of means showed that the highest grain yield in the spray at tilling stage L16 (2948 kg ha^{-1}) as compared to the control group (771.70 kg ha^{-1}) 282.01% increase. Results of mean comparisons of the timing of application × figures also showed the highest protein content in line L5 and the spray at tilling stage (12.23 %) as compared to control 23.54% increase .The lowest percentage of protein in the DEHDASHT and spraying at the seed (9.10%) respectively compared to control (9.53%) 4.73% decreased. So, it seems that the use of Nano-chelate Super plus ZFM (zinc, iron, manganese) which contains micro elements, amino acids as nitrogen source and as a powerful antioxidant ascorbic acid can be very effective to increasing yield and its components and also the protein content of durum wheat in dry land.

1- MSc Graduated student, Plant Production Department, University of Torbat Heydarieh, Iran
2- Assistant Professor, Plant Production Department, University of Torbat Heydarieh, Iran
3- Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardebil, Iran
4- Associate Professor, Plant Production Department, University of Torbat Heydarieh, Iran
(*- Corresponding Author Email: h.feizi@torbath.ac.ir)

Conclusions

Nano-chelated Super Plus foliar application increased grain yield and yield components of durum wheat. According to the results the most appropriate timing of application of Super Plus for Durum Wheat was at the time of tillering and among the highest protein content and yield showed in the tillering stage to arrange in lines L5 (12.23 %) and L16 (2948 kg) respectively. Repeating this study for few years of research as well as in other areas could also be useful in confirming the results.

Keyword: Cereal, Line, Protein, Spray, Yield components